

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-240302
(P2002-240302A)

(43) 公開日 平成14年8月28日 (2002.8.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
B 4 1 J	2/16	B 4 1 J	3/04
	2/045		1 0 3 H
	2/055		2 C 0 5 7
			1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2001-39713(P2001-39713)

(22) 出願日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 谷川 徹

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 牛之▲浜▼ 五輪男

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100102185

弁理士 多田 繁範

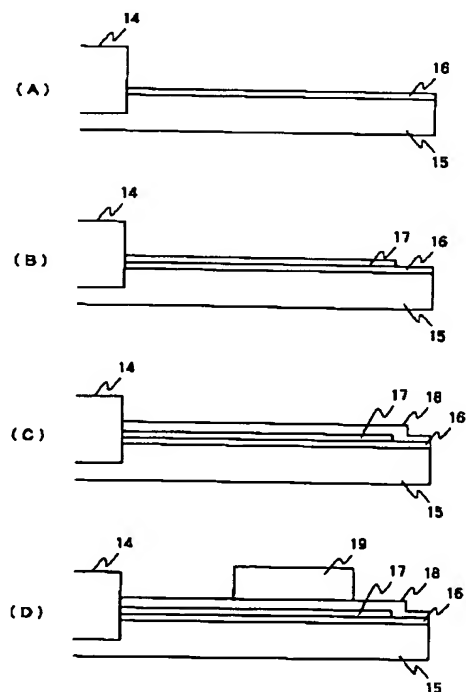
Fターム(参考) 2C057 AF93 AG12 AG54 AG83 AK07
AP02 AP31 AP37 AP52 AP54
AP57 AP58 BA04 BA15

(54) 【発明の名称】 プリンタヘッドの製造方法及び静電アクチュエータの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、プリンタヘッドの製造方法及び静電アクチュエータの製造方法に関し、例えばインクジェット方式によるプリンタに適用して、簡易かつ確実に作成することができ、また駆動回路等を容易に集積化することができるプリンタヘッドの製造方法と、このようなプリンタヘッドに適用可能な静電アクチュエータの作成方法を提案する。

【解決手段】 本発明は、固定電極17の上に犠牲層19を作成して可動電極を作成した後、この犠牲層19を除去して固定電極17及び可動電極間に空隙を作成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】固定電極と可動電極との間に発生する静電力により前記可動電極を可動させてインク液室の体積を可変し、所定のノズルよりインク液滴を飛び出させるプリンタヘッドの製造方法において、
 所定の基板上に、前記固定電極を作成する固定電極の作成工程と、
 前記固定電極の上に、犠牲層を作成する犠牲層の作成工程と、
 前記犠牲層の上に、前記可動電極を作成する可動電極の作成工程と、
 前記犠牲層を除去して前記固定電極及び前記可動電極間に空隙を作成する犠牲層の除去工程とを有することを特徴とするプリンタヘッドの製造方法。

【請求項 2】少なくとも前記インク液室の空間、前記インク液室にインクを導くインク流路の空間の形状による型を、前記可動電極の上層側に作成する型の作成工程と、
 前記型を含んで覆うように、前記インク液室及びインク流路の壁材、前記ノズルの壁材を前記基板に付着させる工程と、
 前記型を除去する型除去工程とを有することを特徴とする請求項 1 に記載のプリンタヘッドの製造方法。

【請求項 3】前記基板が、シリコン基板であることを特徴とする請求項 1 に記載のプリンタヘッドの製造方法。

【請求項 4】前記基板に、前記固定電極及び前記可動電極間に電圧を印加する駆動回路が事前に作成されてなることを特徴とする請求項 3 に記載のプリンタヘッドの製造方法。

【請求項 5】前記基板が、ガラス基板であることを特徴とする請求項 1 に記載のプリンタヘッドの製造方法。

【請求項 6】前記基板に、前記固定電極及び前記可動電極間に電圧を印加する T F T トランジスタによる駆動回路が事前に作成されてなることを特徴とする請求項 5 に記載のプリンタヘッドの製造方法。

【請求項 7】固定電極と可動電極との間に発生する静電力により前記可動電極を可動させる静電アクチュエータの製造方法において、
 所定の基板上に、前記固定電極を作成する固定電極の作成工程と、
 前記固定電極の上に、犠牲層を作成する犠牲層の作成工程と、
 前記犠牲層の上に、前記可動電極を作成する可動電極の作成工程と、
 前記犠牲層を除去して前記固定電極及び前記可動電極間に空隙を作成する犠牲層の除去工程とを有することを特徴とする静電アクチュエータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プリンタヘッドの

製造方法及び静電アクチュエータの製造方法に関し、例えばインクジェット方式によるプリンタに適用することができる。本発明は、固定電極の上に犠牲層を作成して可動電極を作成した後、この犠牲層を除去して固定電極及び可動電極間に空隙を作成することにより、簡易かつ確実に作成することができ、また駆動回路等を容易に集積化することができるプリンタヘッドの製造方法と、このようなプリンタヘッドに適用可能な静電アクチュエータの作成方法を提案する。

【0002】

【従来の技術】従来、インクジェット方式によるプリンタにおいては、発熱素子、 piezo 素子の駆動により、インク液滴を飛び出させて用紙に付着させることにより、画像等を印刷するようになされている。これに対して例えば特開平 10-315466 号公報等においては、このような駆動を静電アクチュエータにより実行する方法が提案されるようになされている。

【0003】すなわち図 7 は、この静電アクチュエータによるプリンタヘッドを示す断面図である。このプリンタヘッド 1 は、所定の基板 2 の表面に、所定ピッチによる凹部が形成され、この凹部の底面に電極 3 が配置される。プリンタヘッド 1 は、この基板 2 上に、インク液室 4 の底板 6、隔壁を構成する部材 5 が配置される。ここでこの部材 5 は、導電性の材料により形成され、基板 2 に配置した電極 3 とインク液室の底板 6 とが基板 2 の凹部による空隙を間に挟んで対向するように、また各電極 3 と絶縁されるように配置される。また部材 5 は、底板 6 が振動板として機能するように、所定の厚さにより形成され、部材 5 の上に、ノズル 7 が形成されてなる部材 8 が配置される。

【0004】この構成によりこのプリンタヘッド 1 では、部材 5 と各電極 3 との間に電圧を印加すると、底板 6 が電極 3 側に引き寄せられてたわみ、またこの電圧の印加を中止すると、このたわみが元に戻る。これによりプリンタヘッド 1 は、電極 3 に電圧を印加して発生する部材 5 との間の静電力によりインク液室 4 の体積を増減し、この体積が減じる際の圧力によりノズル 7 からインクを飛び出させるようになされている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで発熱素子を使用したインクジェット方式のプリンタにおいては、発熱素子の駆動に多くの電力を要し、その分、全体として消費電力が大きい欠点がある。これに対して piezo 素子を使用したインクジェット方式のプリンタにおいては、piezo 素子の集積化が困難で、これにより製造工程が複雑な欠点がある。このためこれら発熱素子、piezo 素子を使用したインクジェット方式のプリンタにおいては、これらの欠点を解消するために、また各種の性能向上のため等に、種々の手法が多数提案されている。

【0006】これに対して静電アクチュエータによるプ

リントヘッドにおいては、発熱素子、ピエゾ素子を使用する場合に比して改良の余地が残っていると考えられ、このような発熱素子、ピエゾ素子を使用する場合の欠点についても、充分に対応することができると考えられる。

【0007】しかしながら従来の静電アクチュエータによりプリンタヘッドにおいては、上述したように基板2を加工した後、インク液室4の底板6、隔壁を構成する部材5、ノズル7が形成されてなる部材8を順次配置することにより、工程が複雑な問題がある。またこのように組み立てることにより、これら部材5、8の位置決め精度が劣る問題もあり、さらにはこれら基板2、部材5、8間でインクの液漏れが発生する恐れもある。またこのように部材5を基板2上に配置することにより、基板2及び部材5においては、接合部を平坦化することが必要であり、これにより基板2側に静電アクチュエータの駆動回路を集積化することも困難な問題がある。

【0008】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、簡易かつ確実に作成することができ、また駆動回路等を容易に集積化することができるプリンタヘッドの製造方法、静電アクチュエータの作成方法を提案しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため請求項1の発明においては、プリンタヘッドの製造方法に適用して、所定の基板上に、固定電極を作成する固定電極の作成工程と、この固定電極の上に、犠牲層を作成する犠牲層の作成工程と、この犠牲層の上に、可動電極を作成する作成工程と、この犠牲層を除去して固定電極及び可動電極間に空隙を作成する犠牲層の除去工程とを有するようにする。

【0010】また請求項7の発明においては、静電アクチュエータの製造方法に適用して、所定の基板上に、固定電極を作成する固定電極の作成工程と、この固定電極の上に、犠牲層を作成する犠牲層の作成工程と、この犠牲層の上に、可動電極を作成する作成工程と、この犠牲層を除去して固定電極及び可動電極間に空隙を作成する犠牲層の除去工程とを有するようにする。

【0011】請求項1の構成によれば、固定電極、犠牲層、可動電極を順次作成した後、犠牲層の除去工程によって、犠牲層を除去して固定電極及び可動電極間に空隙を作成することにより、半導体製造プロセスによってこれらの処理を実行することができる。これにより簡易に作成することができ、また高い精度による位置決めすることができ、さらには駆動回路等の集積回路も基板に事前に作成することができる。これにより簡易かつ確実に作成することができ、また駆動回路等を容易に集積化することができる。

【0012】これにより請求項7の構成によれば、この種のプリンタヘッドに適用することができる静電アクチ

ュエータの製造方法を提供することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、適宜図面を参照しながら本発明の実施の形態を詳述する。

【0014】(1)第1の実施の形態

(1-1)第1の実施の形態の構成

図2は、本発明の第1の実施の形態に係るプリンタヘッドを示す断面図であり、連続して配置されたノズルの1つについて、このノズル12の中心を通る線により切り取って示すものである。また図3は、図2をA-A線により切り取って示す断面図である。

【0015】このプリンタヘッド11は、ラインプリンタに使用されるラインヘッドであり、印刷対象の用紙幅でノズル12が連続するように細長い形状により全体が形成される。このプリンタヘッド11は、静電力により駆動するアクチュエータである静電アクチュエータによりインク液室13内の圧力を可変し、ノズル12よりインク液滴を飛び出させると共に、図示しないインク流路よりインク液室13にインクを引き込む。このプリンタヘッド11は、基板15上に、半導体製造工程により順次構成部材を配置して作成される。

【0016】すなわち図1、図4～図6は、図2との対比により、このプリンタヘッド11の製造工程の説明に供する断面図である。このプリンタヘッド11は、事前の工程において、シリコン基板15に駆動回路14が作成され、CVD、熱処理等により絶縁膜16が作成される。ここでこの絶縁膜16は、例えばシリコン酸化膜、シリコン窒化膜等により構成される(図1(A))。

【0017】プリンタヘッド11は、このようにして絶縁膜16が作成されると、続いて固定電極の作成工程により静電アクチュエータを構成する固定電極17が作成される(図1(B))。すなわちプリンタヘッド11は、スパッタリング、蒸着等の処理により、所定形状により導電性膜が作成され、これにより固定電極17が作成される。なおここでこの導電性膜は、例えばアルミニウム、金、プラチナ等の金属膜により作成される。このようにして作成される固定電極17は、この工程で同時に作成される配線パターンにより駆動回路14の対応する部位に接続される。

【0018】プリンタヘッド11は、続いて絶縁膜18が所定膜厚により成膜される(図1(C))。なおここでこの絶縁膜18は、例えばシリコン酸化膜、シリコン窒化膜等により作成される。

【0019】プリンタヘッド11は、続いて犠牲層作成工程により犠牲層19が作成される(図1(D))。ここで犠牲層19は、いわゆるダミーの層であり、固定電極17と対向する電極である可動電極が作成された後に取り除かれることにより、固定電極17と可動電極との間に、この犠牲層19の膜厚による空隙を形成するために使用される部材である。犠牲層19は、例えばポリシ

リコン、金属材料、絶縁材料等を所定膜厚により成膜した後、例えばフォトリソグラフィの処理により、余分な部分を除去して作成される。犠牲層19は、このように可動電極を作成した後に、除去することにより、この除去の際に、他の構成部材に何ら影響を与えないことが求められる。すなわちエッチングの条件により、他の構成部材との間で充分な選択比を確保できることが必要であり、このように選択比を実用上充分に確保することができれば、エッチングにより除去可能な種々の材料を広く適用することができる。

【0020】このようにして犠牲層19が作成されると、プリンタヘッド11は、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜等による絶縁膜20が成膜された後（図4

（E））、可動電極の作成工程により可動電極21が作成される（図4（F））。ここで可動電極21においても、固定電極17と同様に、スパッタリング、蒸着等の処理により所定形状により例えばアルミニウム、金、プラチナ等の金属膜による導電性膜が作成されて形成される。またこのようにして作成される可動電極21は、この工程で同時に作成される配線パターンにより駆動回路14の対応する部位に接続される。

【0021】続いてプリンタヘッド11は、振動板の作成工程により、可動電極21の上に、振動板22が作成される。ここで振動板22は、靱性、ヤング率が高く、硬くて脆くない材料が適用される。具体的に、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、シリコン、金属膜、アルミナ、ジルコニアなどのセラミックス材料等を使用して、可動電極21上に成膜して作成される。なおこの振動板22は、金属材料により作成する場合には、可動電極21と兼用することができる（図4（G））。

【0022】プリンタヘッド11は、続く犠牲層の除去工程により、犠牲層19が除去され、固定電極17及び可動電極21間に、この犠牲層19の厚みによる空隙23が作成される（図4（H））。ここでこの除去工程においては、犠牲層19の構成材料に応じて、ドライエッチング、ウェットエッチング等の各種エッチング処理等を適用することができる。

【0023】これらの処理によりプリンタヘッド11は、半導体基板15の上に、所定の空隙23を間に挟んで、固定電極17及び可動電極21が対向してなる静電アクチュエータが作成される。

【0024】続いてプリンタヘッド11は、必要に応じて振動板に窒化シリコン等による保護層が作成された後、インク流路及びインク液室のパターン形状により犠牲層31が作成される（図5（I））。ここでこの犠牲層31は、インク液室、インク流路を構成する壁材等を配置した後、取り除くことにより、これらインク液室、インク流路の空間を作成する部材である。

【0025】ここで犠牲層31は、インク流路及びインク液室の高さより薄い膜厚であって、半導体製造工程に

より十分に均一に作成できる膜厚により作成される。また犠牲層31は、所定の反応工程により体積が増大し、かつこの体積が増大した後の状態で膜厚がインク流路及びインク液室の高さとなる材料により形成される。この実施の形態では、この反応工程が加熱の工程であり、この加熱の工程により発泡して体積が増大する材料（以下、発泡性レジストと呼ぶ）を使用して犠牲層31を作成した。すなわちこの反応工程によりガスを発生する気泡用の材料と、気泡間の膜を形成する所定の基材との混合物を犠牲層31に適用した。

【0026】具体的に、この気泡用の材料には、アゾビスイソプロピロニトル（商品名：ピニホルΛZ、分解温度：114度 永和化成工業（株）製）を適用し、また基材には、ポジ型のレジスト（PFR-9500G、JSR製）を適用した。この実施の形態では、この基材49部に、気泡用の材料1部を添加し、十分に攪拌して完全に溶解させ、上述した条件を満足するように発泡性レジストを作製した。

【0027】プリンタヘッド11は、この発泡性レジストがスピンコートされた後、80度によりキュアされ、露光、現像の処理により犠牲層31が作成される。

【0028】プリンタヘッド11は、続いて感光性エポキシがスピンコートにより供給された後、所定の条件でキュアされ、これにより感光性エポキシがゲル化してなる被覆層32が犠牲層31側に全体を覆うように所定膜厚により作成される（図5（J））。ここでこの被覆層32は、インク流路、インク液室、ノズルを形成する材料層であり、この実施の形態では、キュア温度が犠牲層31の発泡温度より低く、かつ硬化温度が発泡温度より高い材料が選定されるようになされている。

【0029】プリンタヘッド11は、続く露光処理により、ノズル12の形状が露光される（図5（K））。

【0030】プリンタヘッド11は、続く反応工程において、全体が130度の温度により10分間加熱され、これによりこの反応工程における温度上昇により始めに犠牲層31を構成する材料が発泡し、犠牲層31の膜厚がインク液室13の厚さに増大する（図6（L））。またこのように犠牲層31の膜厚の増大に続いて、被覆層32の硬化が完了する。これによりプリンタヘッド11は、多数の気泡を有する犠牲層31によりインク流路、インク液室の形状が形成されて、全体が硬化した被覆層32により覆われた状態となる。

【0031】続いてプリンタヘッド11は、ノズル12に詰まったエポキシ材が除去された後、半導体基板15の裏面側がレジストによりパターンニングされ、化学的異方性エッチングにより、半導体基板15の裏面側にインク流路へのインク供給孔が形成される（図示せず）。続いてプリンタヘッド11は、メタノールを溶媒として使用した洗浄工程において、インク供給孔、ノズル12を介して犠牲層31を除去し、インク液室13、インク

流路が形成される(図6(M))。

【0032】プリンタヘッド11は、続いてダイシングソーにより、半導体基板15が各チップに分割され、このチップが所定の部材に保持されてインク供給孔がインクカートリッジに接続され、またワイヤボンディングにより半導体基板15に形成された駆動回路の各パッドが所定の部位に接続されて完成品とされる。

【0033】(1-2)第1の実施の形態の動作

以上の構成において、プリンタヘッド11では(図2及び図3)、固定電極17と可動電極21との間に所定の電圧を印加すると、固定電極17と可動電極21との間に発生する静電力により可動電極21が固定電極17に引き寄せられる(図3(A)及び(B))。これによりインク液室13の体積が増大し、図示しないインク流路よりインク液室13にインクが流れ込む。続いてプリンタヘッド11では、この可動電極21と固定電極17との間の電圧の印加が中止され、これにより可動電極21と固定電極17との間の静電力が消滅し、振動板22、可動電極21の復元力によりインク液室13の体積が元の体積に戻る。これによりプリンタヘッド11では、インク液室13の圧力が増大し、この圧力の増大によりノズル12からインク液滴が飛び出す(図3(C))。これらによりプリンタヘッド11では、所定の空隙を間に挟んで対向するように配置された固定電極17と可動電極21とにより静電アクチュエータが構成され、この静電アクチュエータの駆動によりノズル12からインク液滴を飛び出させる。

【0034】このようにして動作するプリンタヘッド11においては(図1及び図4)、半導体基板15に絶縁膜16を配置した後、固定電極17が作成され、その後、絶縁膜18、犠牲層19、可動電極21、振動板22が順次作成される。さらに犠牲層19が除去され、これにより固定電極17及び可動電極21間に、可動電極21の動作に必要な空隙23が作成される。これによりプリンタヘッド11においては、半導体製造工程を利用して静電アクチュエータを作成することができる。従ってプリンタヘッド11においては、固定電極、振動板等の構成部材を半導体製造工程による位置決め精度により作成することができ、簡易かつ確実に静電アクチュエータを作成することができる。また半導体基板15上に作成できることにより、事前に半導体基板15に駆動回路14を作成しておくことができ、これによっても製造工程を簡略化することができる。因みに、このような駆動回路を別体に作成する場合は、各インク液室の固定電極、可動電極をそれぞれこのような駆動回路に接続することが必要となり、製造に要する時間が極めて長くなる。またこの実施の形態のように、事前に半導体基板15に駆動回路14を構成した後、静電アクチュエータを作成するにすれば、駆動回路14の製造プロセスに不純物による汚染等の影響を何ら与えることなく、簡易

な製造プロセスにより静電アクチュエータを作成することができる。

【0035】また特に、半導体製造工程を利用して犠牲層19を作成した後、この犠牲層19を除去して可動電極21及び固定電極17間の空隙23を作成することにより、この空隙23の厚さを高い精度により所望の厚さに設定することができる。これにより静電アクチュエータにおいては、駆動力のばらつきを少なくすることができ、プリンタヘッド11としては、その分、インク液量のばらつきを少なくすることができる。

【0036】また振動板22も成膜により作成できることにより精度良く膜厚を制御することができ、これによってもばらつきを少なくすることができる。

【0037】プリンタヘッド11は、このようにして静電アクチュエータが作成されると、続いて同様の半導体製造プロセスを利用した処理により、犠牲層31、被覆層32が作成され、この被覆層32がノズル形状により露光される(図5)。さらに犠牲層31を発泡させてインク液室13の厚みが確保されると、被覆層32が硬化された後、犠牲層31が除去される。

【0038】これによりプリンタヘッド11は、静電アクチュエータを作成した後においても、半導体製造プロセスを利用して作成するようになされ、その分、高い精度によりノズル12等を位置決めすることができる。また各種の部材間の液漏れ等も防止することができ、これらにより簡易かつ確実に作成することができる。

【0039】また犠牲層31を発泡させてインク液室13の厚みを確保した後、インク液室の構成部材である被覆層32を硬化させ、その後発泡した犠牲層31を除去してインク液室13を作成することにより、犠牲層31を短い時間により除去して、高い精度によりインク液室13を作成することができる。

【0040】(1-3)第1の実施の形態の効果
以上の構成によれば、固定電極の上に犠牲層を作成して可動電極を作成した後、この犠牲層を除去して固定電極及び可動電極間に空隙を作成することにより、簡易かつ確実に作成することができ、また駆動回路等を容易に集積化することができるプリンタヘッドを得ることができる。

【0041】またインク液室の空間、インク液室にインクを導くインク流路の空間等の型を犠牲層により作成した後、この型を含んで覆うように、インク液室、インク流路の壁材等である被覆層を作成し、その後、犠牲層による型を除去することにより、静電アクチュエータの駆動対象であるインク液室等についても、半導体製造プロセスを利用して作成することができ、これによっても簡易かつ確実にプリンタヘッドを作成することができる。

【0042】特に、基板がシリコン基板であることにより、半導体製造プロセスを簡易に適用することができ、また駆動回路等を容易に集積化することができる。

【0043】すなわちこの基板に、固定電極及び可動電極間に電圧を印加する駆動回路を事前に作成しておくことにより、簡易に、これらの駆動回路を一体化することができる。

【0044】(2) 他の実施の形態

なお上述の実施の形態においては、シリコン基板である半導体基板上にプリンタヘッドを構成する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、シリコン基板に代えてガラス基板を使用する場合等、種々の材質による基板を必要に応じて広く適用することができる。なおガラス

基板を使用する場合においては、TFTトランジスタにより駆動回路を作成して、駆動回路を一体化することができる。またガラス基板を使用する場合においては、矩形形状によるガラス基板に複数のプリンタヘッドを纏めて作成した後、個々のプリンタヘッドに分離することができることにより、ラインヘッド等の長さの長いプリンタヘッドの作成に適用して、円形状によりシリコン基板を使用する場合に比して、無駄を少なくして一枚の基板より多数のプリンタヘッドを作成することができる。

【0045】また上述の実施の形態においては、インク液室等についても半導体製造プロセスを利用して作成する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、必要に応じてインク液室等については、インク液室、インク流路の形状により加工した樹脂材料を接着して保持するようにしてもよい。

【0046】また上述の実施の形態においては、駆動回路を一体化する場合について述べたが、本発明はこれに限らず、駆動回路を別体に構成するようにしてもよい。

【0047】また上述の実施の形態においては、本発明*

*をプリンタヘッドに適用するする場合について述べたが、本発明はこれに限らず、プリンタヘッド以外の種々の部品、装置に使用される静電アクチュエータに広く適用することができる。

【0048】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、固定電極の上に犠牲層を作成して可動電極を作成した後、この犠牲層を除去して固定電極及び可動電極間に空隙を作成することにより、簡易かつ確実に作成することができ、また駆動回路等を容易に集積化することができるプリンタヘッドの製造方法と、このようなプリンタヘッドに適用可能な静電アクチュエータの作成方法を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るプリンタヘッドについて、静電アクチュエータの作成手順を示す断面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係るプリンタヘッドを示す断面図である。

【図3】図2のプリンタヘッドをA-A線により切り取って示す断面図である。

【図4】図1の続きを示す断面図である。

【図5】図4の続きを示す断面図である。

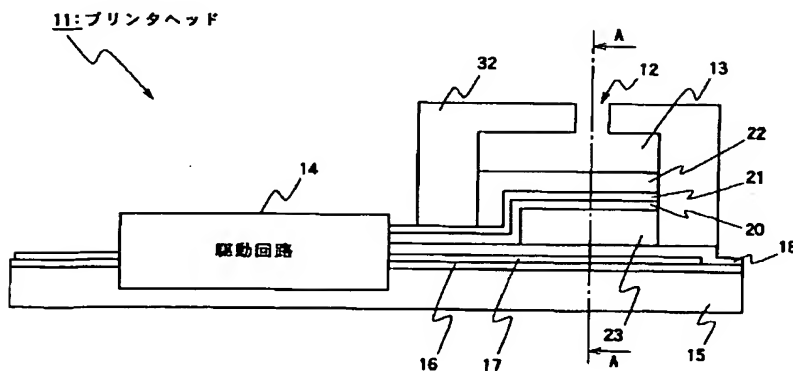
【図6】図5の続きを示す断面図である。

【図7】従来のプリンタヘッドを示す断面図である。

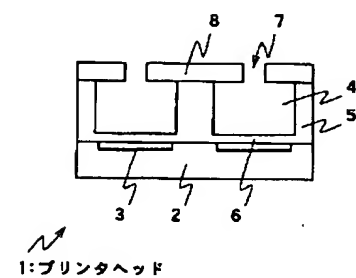
【符号の説明】

1、11……プリンタヘッド、2、15……基板、3、17、21……電極、4、13……インク液室、6、22……振動板、7、12……ノズル、14……駆動回路

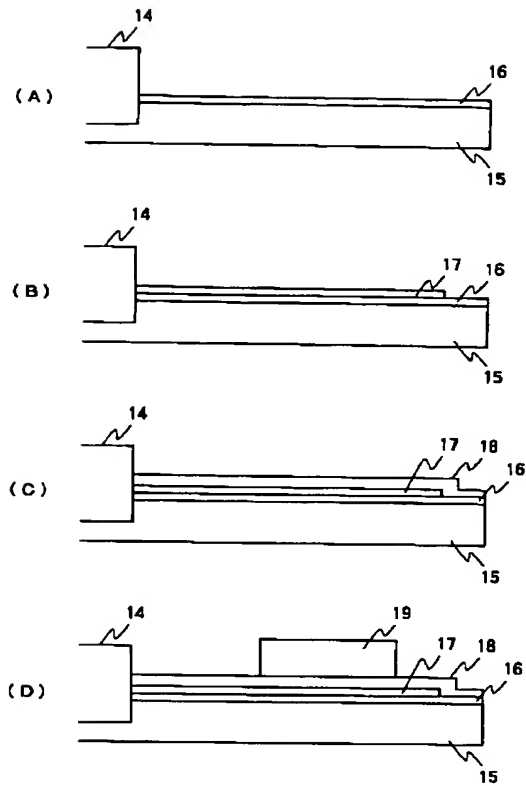
【図2】



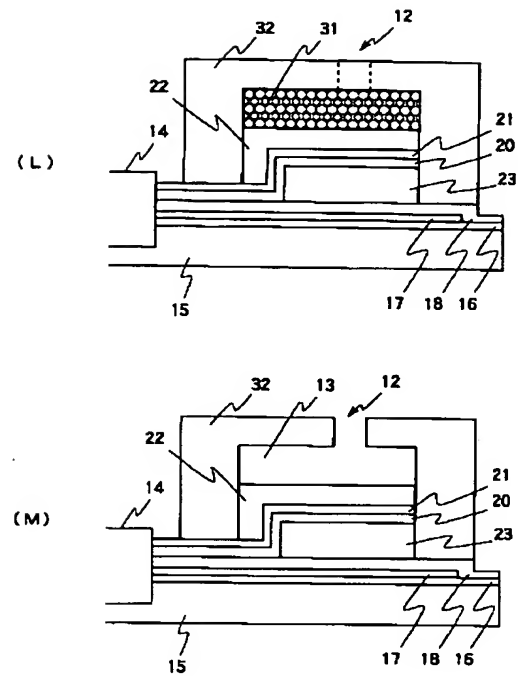
【図7】



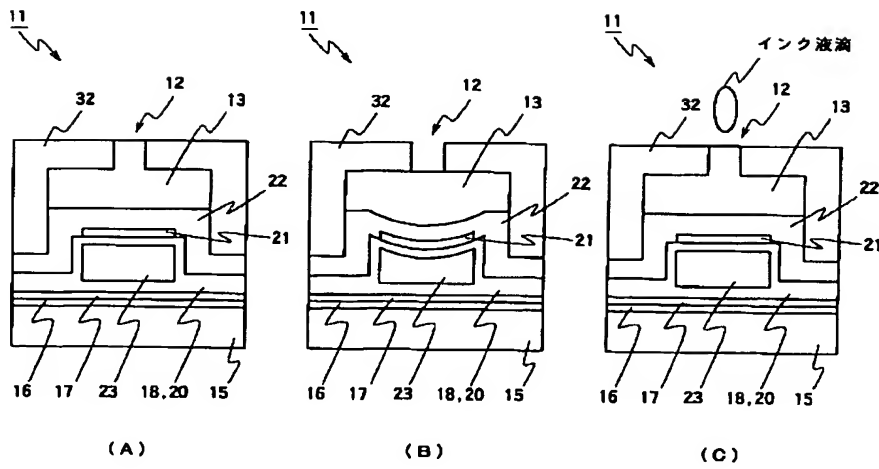
【図1】



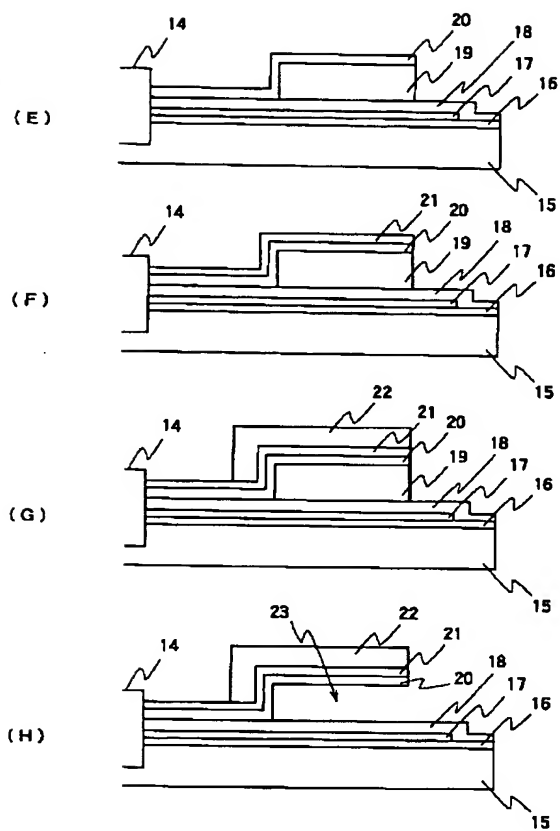
【図6】



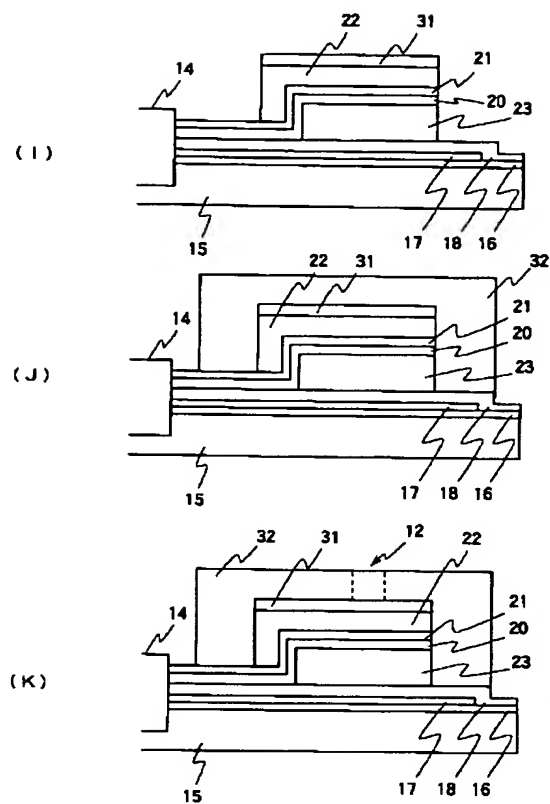
【図3】

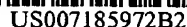


【図4】



【図5】





(45) **Date of Patent:** Mar. 6, 2007

